

Tugas Akhir

**MODIFIKASI PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG ASRAMA  
PRESIDENT UNIVERSITY CIKARANG MENGGUNAKAN  
*HEXAGONAL CASTELLATED BEAM* DAN KOLOM  
*CONCRETE FILLED STEEL TUBE***

---

Oleh:

Syauqy Ribhan  
3114105001

Dosen Pembimbing I:  
Budi Suswanto, ST., MT., Ph.D  
197301281998021002

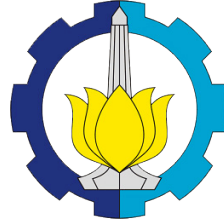
Dosen Pembimbing II:  
Ir. Heppy Kristijanto, MS  
19610311198701100

---

Program Sarjana Lintas Jalur  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
2016

# OUTLINE

PENDAHULUAN  
TINJAUAN PUSTAKA  
METODOLOGI  
HASIL  
KESIMPULAN  
DAFTAR PUSTAKA



# 1. Latar Belakang

Jumlah asrama President University masih belum sebanding dengan jumlah mahasiswanya



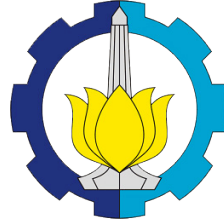
Inovasi teknologi perencanaan semakin berkembang



Profil *castellated* bisa menjadi solusi praktis dalam konstruksi karena karakteristiknya yang cukup menguntungkan dibandingkan dengan profil baja solid. (Malada, 2012)

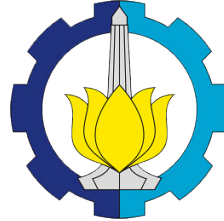


Kolom *Concrete Filled Steel Tube* (CFT) memiliki sifat statis dan tahan gempa yang sangat baik, seperti kekuatan tinggi, daktilitas tinggi, kapasitas penyerapan energi yang besar, kekakuan lentur, dan lain-lain. (Darshika, 2014)



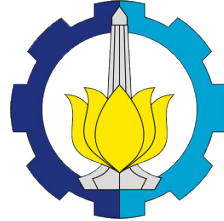
## 2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merencanakan struktur sekunder yang meliputi pelat bondek, balok anak *castellated*, lift, dan tangga?
2. Bagaimana menghitung pembebanan struktur gedung menggunakan *castellated beam*, kolom baja *concrete filled steel tube* (CFT), serta sistem struktur *steel plate shear wall*?
3. Bagaimana pemodelan struktur gedung menggunakan *castellated beam*, kolom baja *concrete filled steel tube* (CFT), dan sistem struktur *steel plate shear wall* serta analisa struktur dengan program bantu SAP 2000?
4. Bagaimana hasil perencanaan terhadap profil yang digunakan untuk struktur struktur sekunder dan struktur utama?
5. Bagaimana merencanakan pondasi struktur bangunan gedung?
6. Bagaimana output gambar struktur gedung asrama menggunakan *castellated beam*, kolom baja *concrete filled steel tube* (CFT), serta sistem struktur *steel plate shear wall*?



### 3. Tujuan Penulisan

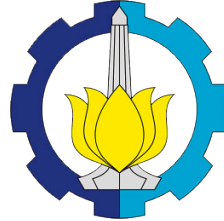
1. Menghitung struktur sekunder yang meliputi pelat bondek, balok anak *castellated*, lift, dan tangga.
2. Menghitung pembebanan struktur menggunakan *castellated beam*, kolom baja *concrete filled steel tube* (CFT), serta sistem struktur *steel plate shear wall*.
3. Membuat permodelan dan melakukan analisa struktur *castellated beam*, kolom baja *concrete filled steel tube* (CFT), dan sistem struktur *steel plate shear wall* menggunakan program bantu SAP 2000.
4. Mendapatkan hasil perencanaan berupa ukuran profil-profil yang digunakan pada struktur portal utama dan struktur sekunder.
5. Merencanakan pondasi struktur bangunan gedung.
6. Menuangkan hasil perencanaan ke dalam gambar teknik, meliputi struktur utama dan sekunder.



## 4. Batasan Masalah

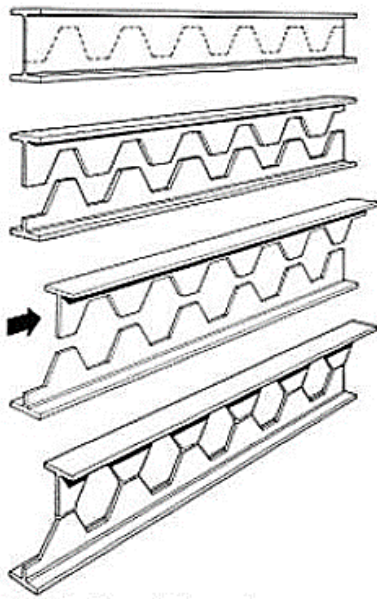
1. Perencanaan struktur utama meliputi balok induk dan kolom, dan struktur sekunder meliputi pelat lantai, balok anak, tangga dan lift, pondasi.
2. Tidak meninjau dari segi metode pelaksanaan, analisa biaya, arsitektural, dan manajemen konstruksi.
3. Pemodelan dan analisis struktur dilakukan dengan program bantu SAP 2000.

PENDAHULUAN  
TINJAUAN PUSTAKA  
METODOLOGI  
HASIL  
KESIMPULAN  
DAFTAR PUSTAKA

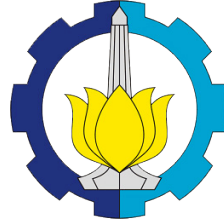


# 1. *Castellated Beam*

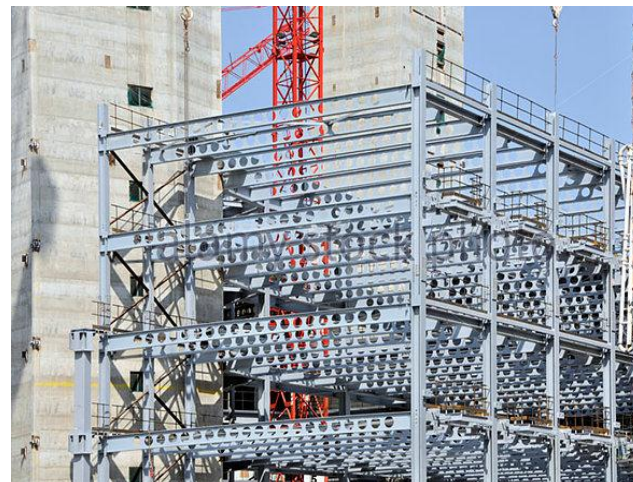
Profil baja *castellated* adalah profil baja I atau H yang pada bagian badannya dipotong memanjang dengan pola zig-zag. Kemudian bentuk dasar baja diubah dengan cara menggeser atau membalik setengah bagian profil baja yang telah dipotong.

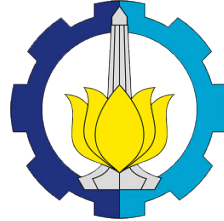




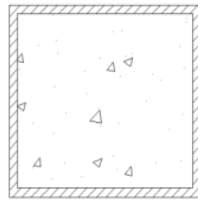
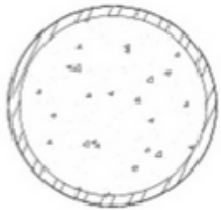


Keuntungan dari profil *castellated*, yaitu momen inersia dan modulus section yang lebih besar sehingga lebih kuat dan kaku bila dibandingkan dengan profil asalnya, mampu memikul momen lebih besar dengan tegangan ijin yang lebih kecil, bahan ringan, kuat serta mudah dipasang, profil *castellated beam* ini juga cocok untuk bentang panjang. (Megharief, 1997)





## 2. *Concrete Filled Steel Tube Column*

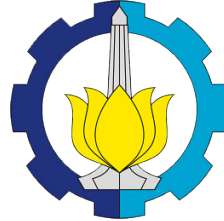


Kolom *concrete filled steel tube* (CFT) merupakan kolom dengan tabung baja berintikan beton..

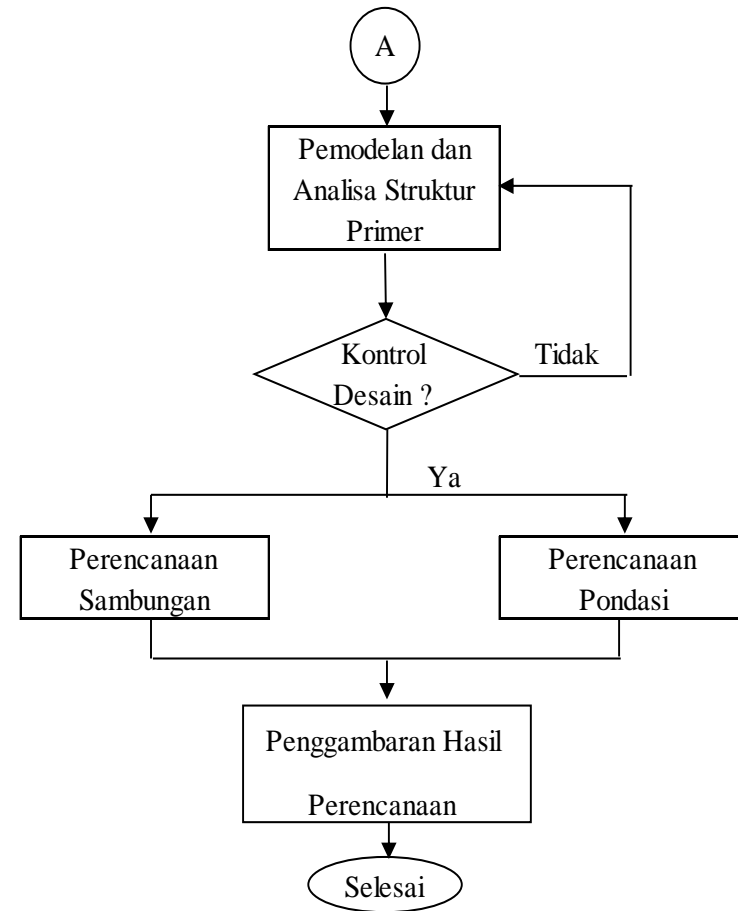
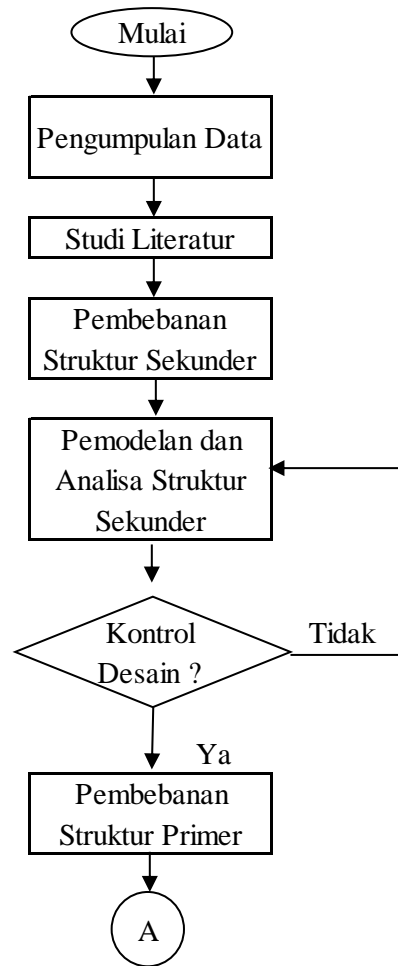
Keuntungan :

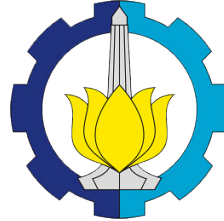
- ✓ Peristiwa tekuk lokal dari pipa baja akan lambat, dan pengurangan kekuatan akibat tekuk lokal akan ditahan oleh beton.
  - ✓ Rasio baja dari *CFT* jauh lebih banyak dari beton bertulang.
  - ✓ Tidak memerlukan tulangan dan bekisting.
  - ✓ Beton meningkatkan performa anti kebakaran yang dapat mengurangi jumlah bahan tahan api.
- (Morino et al, 2001)

PENDAHULUAN  
TINJAUAN PUSTAKA  
METODOLOGI  
HASIL  
KESIMPULAN  
DAFTAR PUSTAKA

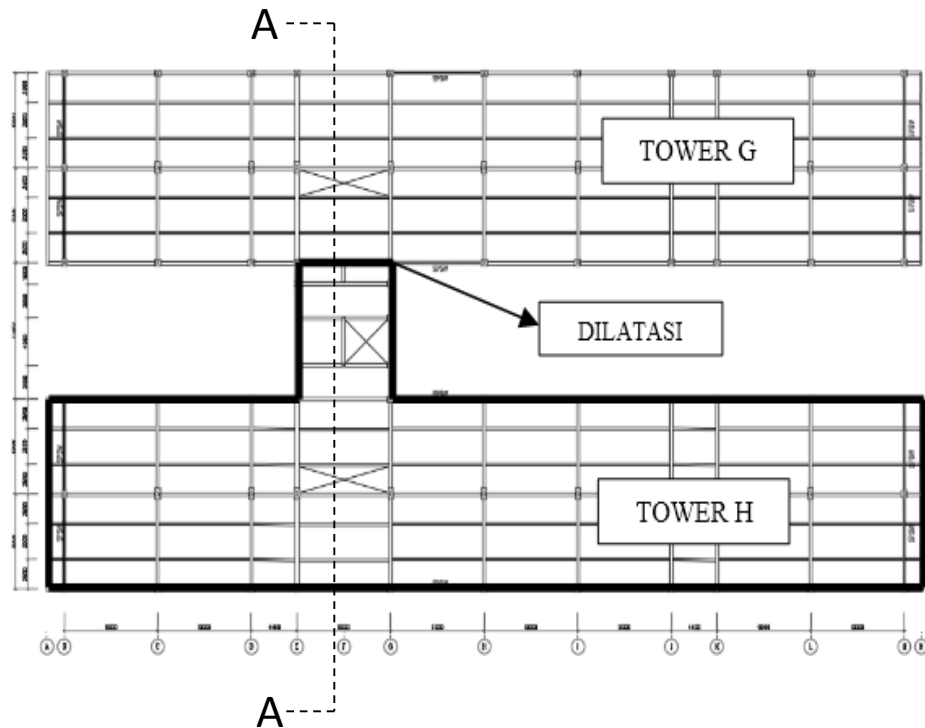


# 1. Diagram Alur Perencanaan

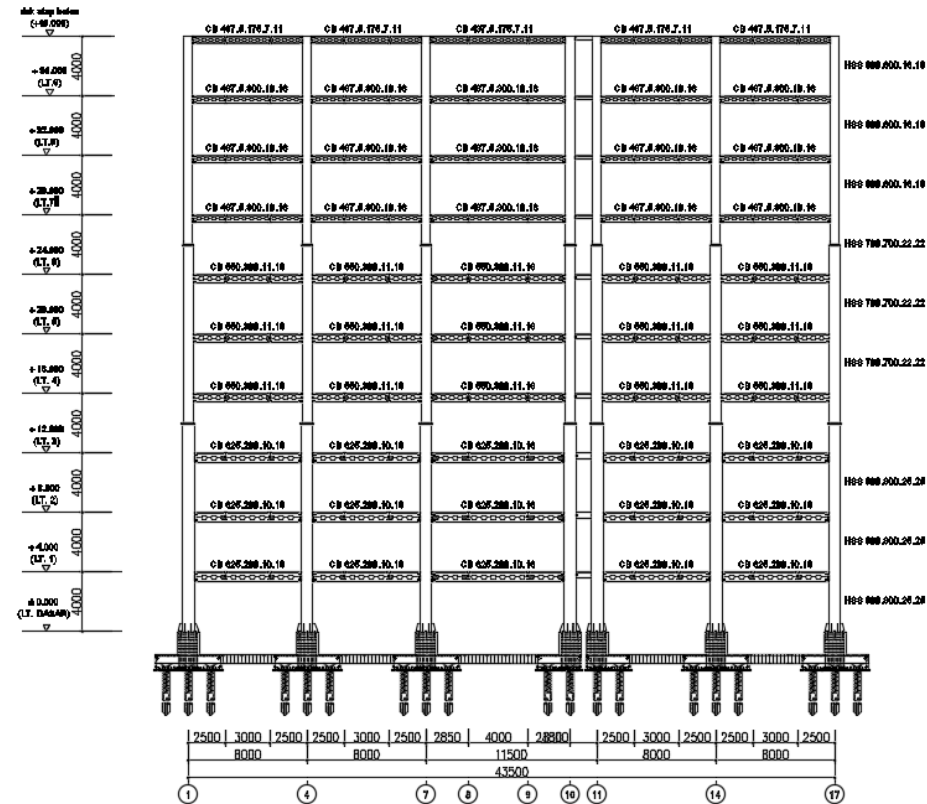




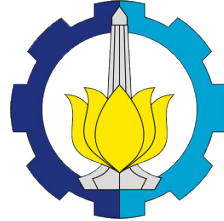
## 2. Gedung Asrama President University



Denah Kolom dan Balok

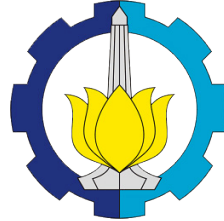


Potongan A-A



## Data Bangunan

- Nama Bangunan : Gedung Asrama Preident University
- Lokasi Bangunan : Cikarang
- Fungsi Bangunan : Gedung Asrama
- Jumlah Lantai : 10 Lantai
- Tinggi Gedung : 40 meter
- Struktur Utama : *Castellated Beam* dan Kolom *Concrete Filled Steel Tube*  
(BJ 41,  $f_y = 250$  MPa,  $f_u = 410$  MPa)
- Sistem Struktur : Sistem *steel plate shear wall*



### 3. Studi Literatur

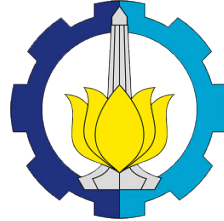
1. American Institute of Steel Construction – Load and Resistance Factor Design (AISC-LRFD) 2010.
2. SNI 1727:2013 tentang “*Beban Minimum untuk Perancangan Gedung dan Struktur lain*”.
3. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1987.
4. SNI 1726:2012 tentang “*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*”.
5. SNI 1729:2015 tentang “*Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*”.
6. SNI 2847:2013 tentang “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*”.





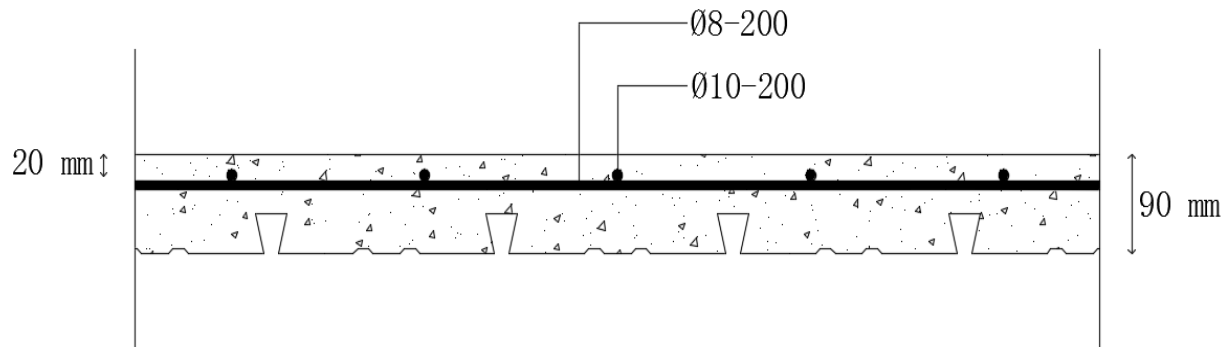


PENDAHULUAN  
TINJAUAN PUSTAKA  
METODOLOGI  
HASIL  
KESIMPULAN  
DAFTAR PUSTAKA

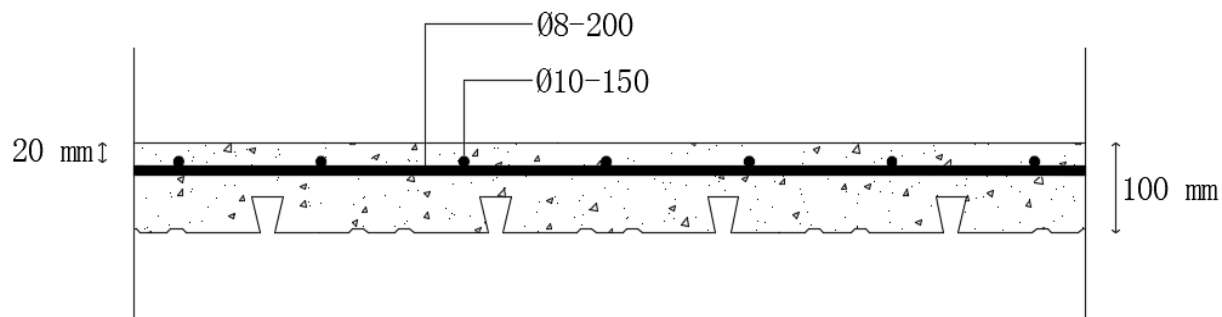


# 1. Pelat Lantai

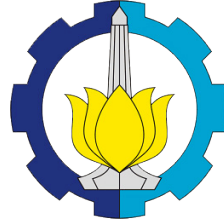
Pelat lantai atap dan lantai asrama direncanakan menggunakan bondek dari *Super Floor Deck* dengan tebal 0,75 mm.



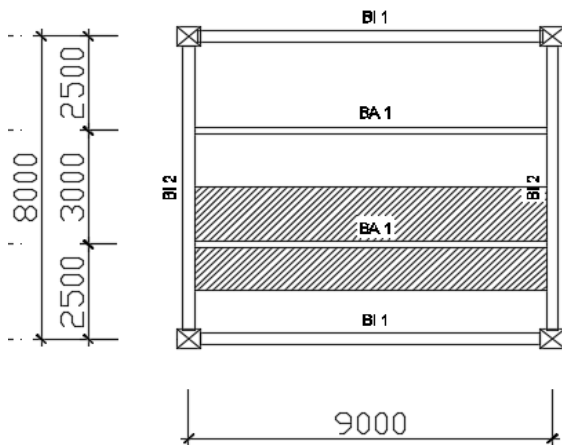
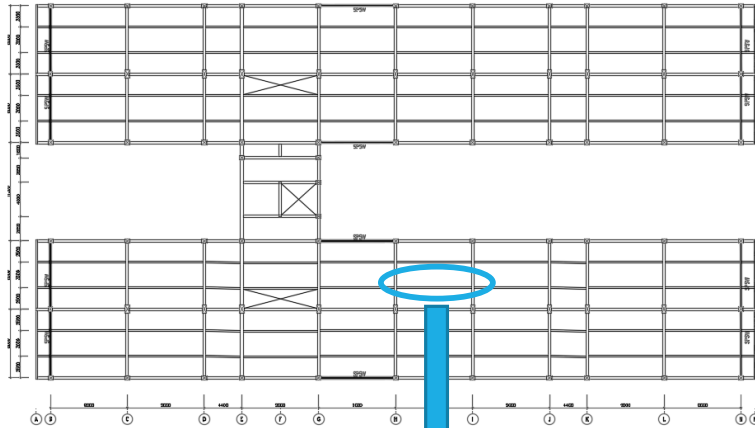
Pelat Lantai Atap



Pelat Lantai Asrama

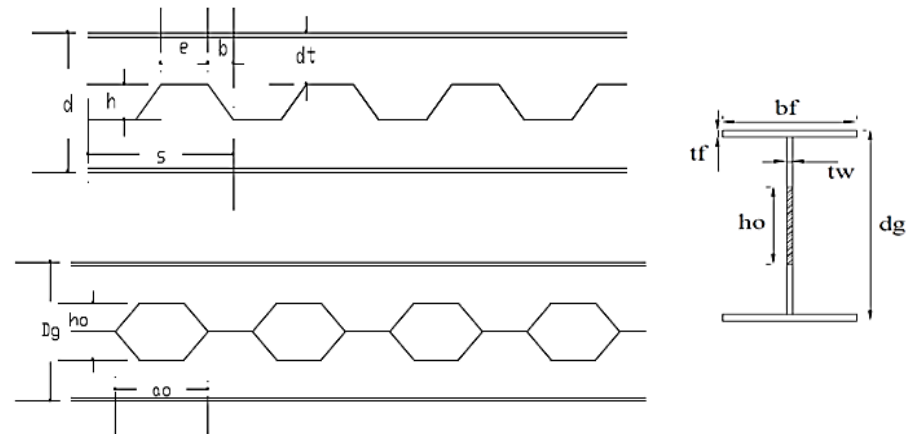


## 2. Balok Anak Lt. Atap



Balok Anak Atap:

WF 350x175x7x11 → CB 437,5x175x7x11



**Dimensi profil castellated beam:**

$$\emptyset = 60^\circ$$

$$h = 87,5 \text{ mm}$$

$$dg = 437,5 \text{ mm}$$

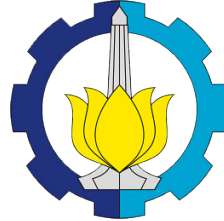
$$b = 50,5 \text{ mm}$$

$$dt = st = 120,3 \text{ mm}$$

$$e = 2h = 175 \text{ mm}$$

$$ao = 276 \text{ mm}$$

$$ho = 2h = e = 175 \text{ mm}$$



## Kontrol Kuat Momen Lentur

- Kontrol pelat sayap (solid)

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow \frac{b}{2t_f} \leq 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow 7,95 < 10,75 \text{ (Penampang Kompak)}$$

- Kontrol pelat badan (solid)

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow \frac{h}{t_w} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow 55,3 < 106,35 \text{ (Penampang Kompak)}$$

Karena penampang kompak, maka  $M_n = M_p$  (solid)

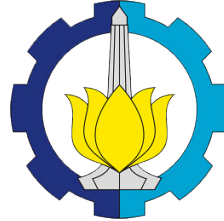
Kontrol  $\phi M_n \geq M_u = 25270,5 \text{ kg.m} > 13740,4 \text{ kg.m}$  **(OK)**

- Kontrol pelat badan ketika lubang

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow \frac{h-h_o}{t_w} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow 30,35 < 106,35 \text{ (Penampang Kompak)}$$

Karena penampang kompak, maka  $M_n = M_p$  (Lubang)

Kontrol  $\phi M_n \geq M_u = 22858,77 \text{ kg.m} > 13740,435 \text{ kg.m}$  **(OK)**



## Kontrol Kuat Geser

$$\frac{dg-2tf}{tw} \leq \frac{1365}{\sqrt{f_y}} \rightarrow \frac{437,5 - 2.11}{7} \leq \frac{1365}{\sqrt{250}} \rightarrow 59,35 \leq 86,33 (\mathbf{OK})$$

$$\frac{dg-2tf}{tw} \leq \frac{1100}{\sqrt{f_y}} \rightarrow \frac{437,5 - 2.11}{7} \leq \frac{1100}{\sqrt{250}} \rightarrow 59,35 \leq 69,57 (\mathbf{OK})$$

Kontrol,  $\emptyset V_n \geq V_u = 13300,5 \text{ kg} \geq 6106,9 \text{ kg} (\mathbf{OK})$

## Persamaan Interaksi

$$\left(\frac{M_u}{\emptyset M_n}\right)^3 + \left(\frac{V_u}{\emptyset V_n}\right)^3 \leq 1,0 = 0,31 < 1,00 (\mathbf{OK})$$

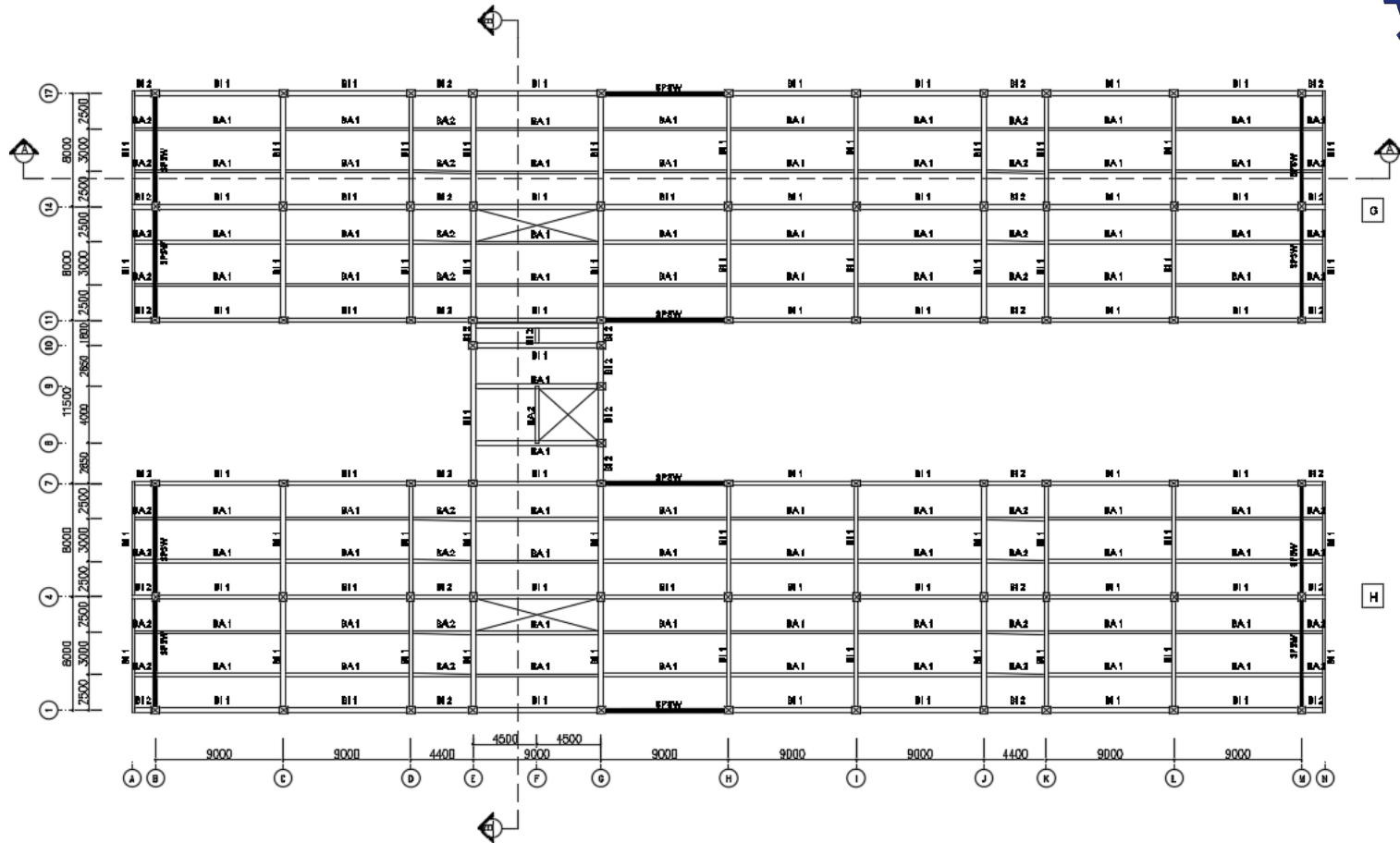
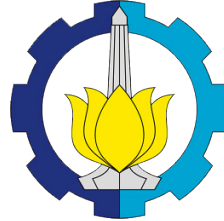
## Kontrol Jarak Antar Lubang

$$S \geq a_0 \left( \frac{\frac{V_u}{\phi V_p}}{1 - \frac{V_u}{\phi V_p}} \right) = 378,87 \text{ mm} > 50,06 \text{ mm} (\mathbf{OK})$$

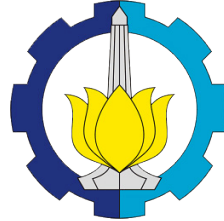
## Kontrol Lendutan

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{900}{360} = 2,5 \text{ cm} > f_{terjadi} = \frac{5}{384} \times \frac{(q_d + q_L) \times L^4}{E \times I_x} = 2,1 \text{ cm} (\mathbf{OK})$$

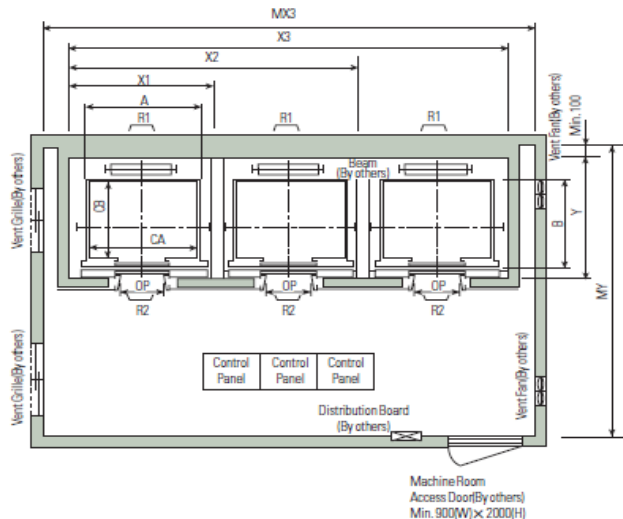
# Rekapitulasi Perhitungan Balok Anak Tower G dan H



Lantai	Bentang (m)	Profil yang Digunakan							
Atap (BA 1)	9	CB	437,5	x	175	x	7	x	11
Atap (BA 2)	4,4	WF	250	x	125	x	5	x	8
Asrama (BA 1)	9	CB	495	x	200	x	7	x	11
Asrama (BA 2)	4,4	WF	250	x	175	x	7	x	11



### 3. Balok Penggantung Lift



Tipe lift : *Passenger Elevators*

Merek : HYUNDAI

Kapasitas : 24 Orang / 1600 kg

Lebar pintu (*opening width*) : 1100 mm

Dimensi ruang luncur 3 Car : 8300 x 2280 mm<sup>2</sup>

Dimensi sangkar Internal : 2150 x 1600 mm<sup>2</sup>

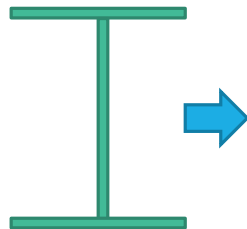
Dimensi sangkar Eksternal : 2250 x 1770 mm<sup>2</sup>

Dimensi ruang mesin (3 Car) : 8700 x 4200 mm<sup>2</sup>

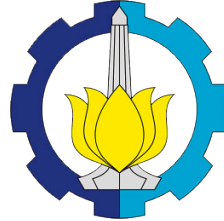
Beban reaksi ruang mesin :

$$R_1 = 8500 \text{ kg}$$

$$R_2 = 6800 \text{ kg}$$



Balok Penggantung Lift Menggunakan  
WF 400x200x8x13



## 4. Tangga

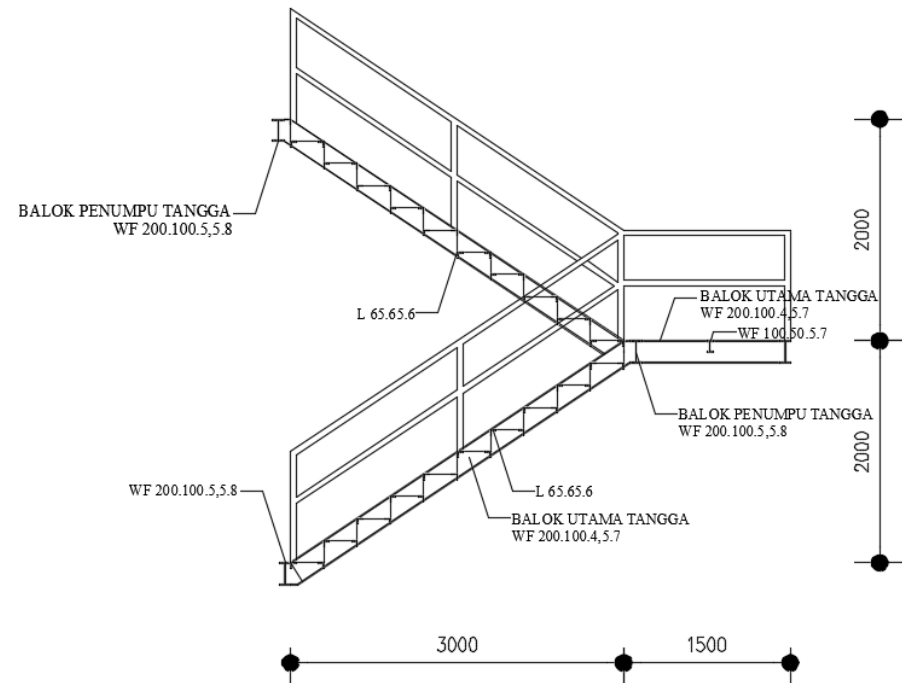
Tangga adalah sebuah konstruksi yang dirancang untuk menghubungkan dua tingkat vertikal yang memiliki jarak satu sama lain.

### Data Teknis Tangga

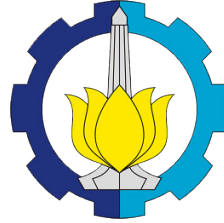
Mutu baja	= BJ-41
Tinggi antar lantai	= 400 cm
Tinggi bordes	= 200 cm
Panjang tangga	= 300 cm
Lebar tangga	= 175 cm
Lebar bordes	= 150 cm
Lebar antrede (i)	= 30 cm
Lebar pegangan tangga	= 50 cm

### Hasil Analisis :

No	Jenis Struktur	Profil / Material
1	Pengaku Anak Tangga	L 65x65x6
2	Pelat Bordes	Pelat 5 mm
3	Balok Bordes	WF 100x50x5x7
4	Balok Utama Tangga	WF 200x100x4,5x7
5	Balok Penumpu Tangga	WF 200x100x5,5x8

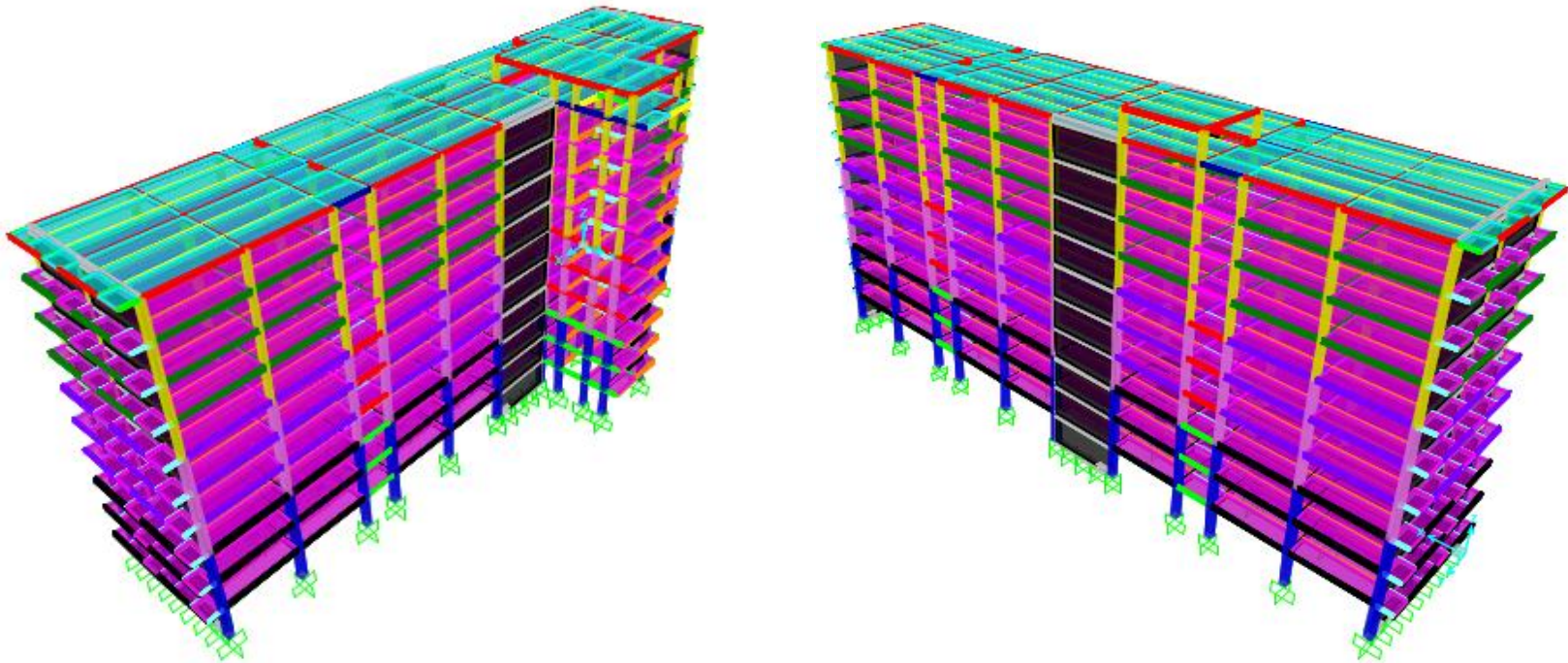






## 5. Pemodelan Struktur

Analisis struktur primer dilakukan dengan program bantu SAP 2000



Model 3 Dimensi Struktur Gedung Asrama  
President University Tower H dan G

## Kombinasi Pembebanan

1. 1,4 DL
2. 1,2 DL + 1,6 LL
3. 1,2 DL  $\pm$  1,0Ex + 1,0LL
4. 1,2 DL  $\pm$  1,0Ey + 1,0LL
5. 0,9 DL  $\pm$  1,0Ex
6. 0,9 DL  $\pm$  1,0Ey

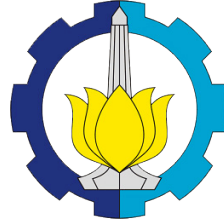
Keterangan :

D = Beban Mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap.

L = Beban Hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain.

Ex = Beban gempa arah x, yang ditentukan menurut SNI 1726-2012.

Ey = Beban gempa arah Y, yang ditentukan menurut SNI 1726-2012.



## A. Kontrol Partisipasi Massa

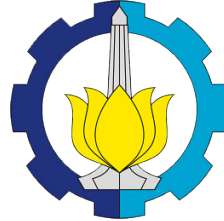
Partisipasi massa harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi minimal 90% dari massa aktual yang berasal dari masing-masing arah.

### Rasio Partisipasi Massa Tower G

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				
OutputCase	StepNum	Period	SumUX	SumUY
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	11	0,147	0,865	0,941
MODAL	12	0,129	0,954	0,941

### Rasio Partisipasi Massa Tower H

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				
OutputCase	StepNum	Period	SumUX	SumUY
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	11	0,153	0,861	0,939
MODAL	12	0,136	0,951	0,939



## B. Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental

Perkiraan periode alami fundamental ( $T_a$ ) dalam detik, dan ditentukan dengan persamaan:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

$$C_t = 0,0488$$

$$x = 0.75$$

$$h_n = 40 \text{ m}$$

$$T_a = 0.0488 \times 40^{0.75} = 0,776 \text{ s}$$

Dengan nilai  $SD1 = 0,32$ , maka  $C_u = 1,4$  sehingga periode struktur yang diijinkan adalah :

$$T = T_a \cdot C_u = 1,4 \cdot 0,776 = 1,08 \text{ detik}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapat,

Perioda dan Frekuensi Struktur Tower G

TABLE: Modal Periods And Frequencies		
OutputCase	StepNum	Period
Text	Unitless	Sec
MODAL	1	0,938
MODAL	2	0,929

Perioda dan Frekuensi Struktur Tower H

TABLE: Modal Periods And Frequencies		
OutputCase	StepNum	Period
Text	Unitless	Sec
MODAL	1	0,938
MODAL	2	0,935

Maka berdasarkan kontrol waktu getar alami fundamental nilai  $T$  masih lebih kecil dari  $C_u \cdot T_a$ . Jadi analisis struktur gedung masih memenuhi syarat SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.2.



## C. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 85% nilai respon statik.

### Tower G

OutputCase	GlobalFX	GlobalFY
Text	Kgf	Kgf
RSX	412577,75	159708,24
RSY	96702	412743,05

### Tower H

OutputCase	GlobalFX	GlobalFY
Text	Kgf	Kgf
RSX	443310.17	173355.04
RSY	104958.41	443841.27

Dilakukan kontrol terhadap gempa arah X dan Y sebagai berikut:

### Tower G

Untuk gempa arah X

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \times V_{\text{statik}}$$

$$412.577,75 \text{ kg} \geq 85\% \times 484.539,5 \text{ kg}$$

$$412.577,75 \text{ kg} > 411.858,59 \text{ kg} \text{ (OK)}$$

Untuk gempa arah Y

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \times V_{\text{statik}}$$

$$412.743,05 \text{ kg} \geq 85\% \times 484.539,5 \text{ kg}$$

$$412.743,05 \text{ kg} > 411.858,59 \text{ kg} \text{ (OK)}$$

### Tower H

Untuk gempa arah X

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \times V_{\text{statik}}$$

$$443.310,17 \text{ kg} \geq 85\% \times 521540,113 \text{ kg}$$

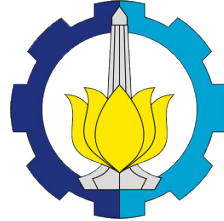
$$443.310,17 \text{ kg} > 443.309,10 \text{ kg} \text{ (OK)}$$

Untuk gempa arah Y

$$V_{\text{dinamik}} \geq 85\% \times V_{\text{statik}}$$

$$443.841,27 \text{ kg} \geq 85\% \times 521540,113 \text{ kg}$$

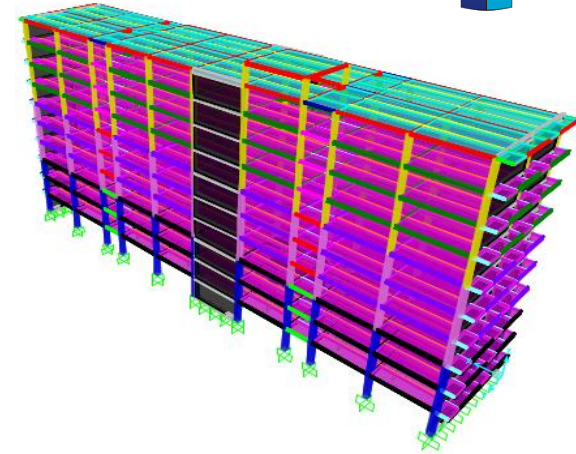
$$443.841,27 \text{ kg} > 443.309,10 \text{ kg} \text{ (OK)}$$



## D. Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai (Drift)

### Kontrol Simpangan Arah-X (Tower G)

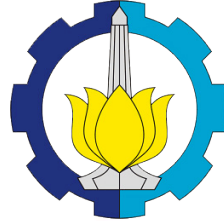
Lantai	hi	$\delta x_e$ (mm)	$\delta x$ (mm)	$\Delta$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	$\Delta a/p$ (mm)	$\Delta \leq \Delta a/p$ (mm)
Lantai Atap	4000	25,04	150,24	12,24	80	80	OK
Lantai 9	4000	23,00	138,00	14,16	80	80	OK
Lantai 8	4000	20,64	123,84	16,26	80	80	OK
Lantai 7	4000	17,93	107,58	16,92	80	80	OK
Lantai 6	4000	15,11	90,66	16,62	80	80	OK
Lantai 5	4000	12,34	74,04	17,28	80	80	OK
Lantai 4	4000	9,46	56,76	17,88	80	80	OK
Lantai 3	4000	6,48	38,88	16,80	80	80	OK
Lantai 2	4000	3,68	22,08	14,10	80	80	OK
Lantai 1	4000	1,33	7,98	7,98	80	80	OK



### Kontrol Simpangan Arah-Y (Tower G)

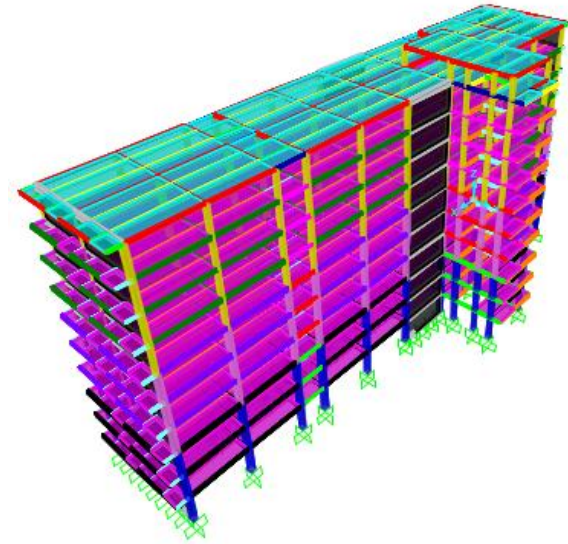
Lantai	hi	$\delta y_e$ (mm)	$\delta y$ (mm)	$\Delta$ (mm)	$\Delta a$ (mm)	$\Delta a/p$ (mm)	$\Delta \leq \Delta a/p$ (mm)
Lantai Atap	4000	17,92	107,52	8,64	80	80	OK
Lantai 9	4000	16,48	98,88	9,54	80	80	OK
Lantai 8	4000	14,89	89,34	10,74	80	80	OK
Lantai 7	4000	13,10	78,60	11,40	80	80	OK
Lantai 6	4000	11,20	67,20	11,34	80	80	OK
Lantai 5	4000	9,31	55,86	12,54	80	80	OK
Lantai 4	4000	7,22	43,32	13,80	80	80	OK
Lantai 3	4000	4,92	29,52	13,44	80	80	OK
Lantai 2	4000	2,68	16,08	9,66	80	80	OK
Lantai 1	4000	1,07	6,42	6,42	80	80	OK





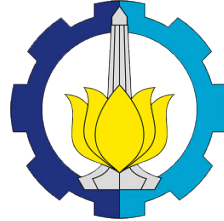
## Kontrol Simpangan Arah-X (Tower H)

Lantai	hi	$\delta x_e$	$\delta x$	$\Delta$	$\Delta a$	$\Delta a/p$	$\Delta \leq \Delta a/p$
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lantai Atap	4000	28,14	168,84	14,58	80	80	OK
Lantai 9	4000	25,71	154,26	16,56	80	80	OK
Lantai 8	4000	22,95	137,70	18,36	80	80	OK
Lantai 7	4000	19,89	119,34	19,08	80	80	OK
Lantai 6	4000	16,71	100,26	19,32	80	80	OK
Lantai 5	4000	13,49	80,94	20,16	80	80	OK
Lantai 4	4000	10,13	60,78	20,10	80	80	OK
Lantai 3	4000	6,78	40,68	17,76	80	80	OK
Lantai 2	4000	3,82	22,92	14,70	80	80	OK
Lantai 1	4000	1,37	8,22	8,22	80	80	OK



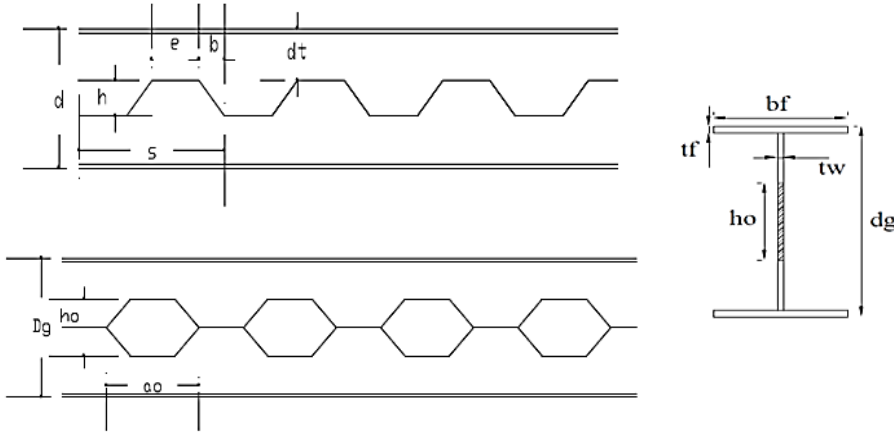
## Kontrol Simpangan Arah-Y (Tower H)

Lantai	hi	$\delta x_e$	$\delta x$	$\Delta$	$\Delta a$	$\Delta a/p$	$\Delta \leq \Delta a/p$
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lantai Atap	4000	18,95	113,70	9,54	80	80	OK
Lantai 9	4000	17,36	104,16	10,38	80	80	OK
Lantai 8	4000	15,63	93,78	11,58	80	80	OK
Lantai 7	4000	13,70	82,20	12,12	80	80	OK
Lantai 6	4000	11,68	70,08	12,00	80	80	OK
Lantai 5	4000	9,68	58,08	13,26	80	80	OK
Lantai 4	4000	7,47	44,82	14,46	80	80	OK
Lantai 3	4000	5,06	30,36	13,56	80	80	OK
Lantai 2	4000	2,80	16,80	9,90	80	80	OK
Lantai 1	4000	1,15	6,90	6,90	80	80	OK



## 6. Balok Induk (BI 1) Lt. 1-3 Tower H

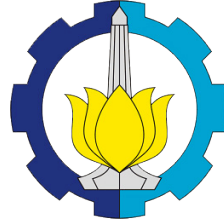
Profil WF 500x200x10x16 → CB 625x200x10x16



### Dimensi profil castellated beam:

$\emptyset = 60^\circ$	$dt = st = 171,5 \text{ mm}$
$h = 125 \text{ mm}$	$e = 2h = 250 \text{ mm}$
$dg = 625 \text{ mm}$	$ao = 394,34 \text{ mm}$
$b = 72,2 \text{ mm}$	$ho = 2h = e = 250 \text{ mm}$





## Kontrol Kuat Momen Lentur

- Kontrol pelat sayap (solid)

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow \frac{b}{2t_f} \leq 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow 6,25 < 10,75 \text{ (Penampang Kompak)}$$

- Kontrol pelat badan (solid)

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow \frac{h}{t_w} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow 55,3 < 106,35 \text{ (Penampang Kompak)}$$

Karena penampang kompak, maka  $M_n = M_p$  (solid)

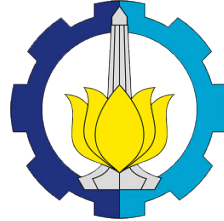
Kontrol  $\phi M_n \geq M_u = 63628,26 \text{ kg.m} > 34083,16 \text{ kg.m}$  **(OK)**

- Kontrol pelat badan ketika lubang

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow \frac{h-h_o}{t_w} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow 30,35 < 106,35 \text{ (Penampang Kompak)}$$

Karena penampang kompak, maka  $M_n = M_p$  (Lubang)

Kontrol  $\phi M_n \geq M_u = 56597,01 \text{ kg.m} \geq 34083,16 \text{ kg.m}$  **(OK)**



## Kontrol Kuat Geser

$$\frac{dg-2tf}{tw} \leq \frac{1365}{\sqrt{f_y}} \rightarrow \frac{625-2.16}{10} \leq \frac{1365}{\sqrt{250}} \rightarrow 59,3 \leq 86,33 \text{ (OK)}$$

$$\frac{dg-2tf}{tw} \leq \frac{1100}{\sqrt{f_y}} \rightarrow \frac{625-2.16}{10} \leq \frac{1100}{\sqrt{250}} \rightarrow 59,3 \leq 69,57 \text{ (OK)}$$

$$\text{Kontrol, } \phi V_n \geq V_u = 27073 \text{ kg} > 23036,4 \text{ kg (OK)}$$

## Persamaan Interaksi

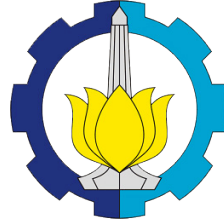
$$\left(\frac{M_u}{\phi M_n}\right)^3 + \left(\frac{V_u}{\phi V_n}\right)^3 \leq 1,0 = 0,83 < 1,00 \text{ (OK)}$$

## Kontrol Jarak Antar Lubang

$$S \geq a_0 \left( \frac{\frac{V_u}{\phi V_p}}{1 - \frac{V_u}{\phi V_p}} \right) = 644,3 \text{ mm} > 156,21 \text{ mm (OK)}$$

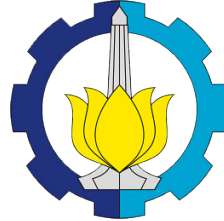
## Kontrol Lendutan

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{900}{360} = 2,2 \text{ cm} > f_{terjadi} = 0,432 \text{ cm (OK)}$$



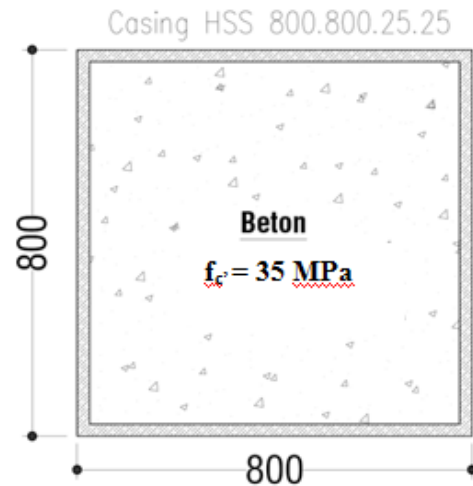
# Rekapitulasi Hasil Perhitungan Balok Induk Tower G dan H

Jenis Balok	L (m)	Profil Balok							
BI 1 Lt. 1-3	8	CB	625	x	200	x	10	x	16
BI 1 Lt. 4-6	8	CB	550	x	300	x	11	x	18
BI 1 Lt. 7-9	8	CB	487,5	x	300	x	10	x	16
BI 1 Lt. ATAP	8	CB	437,5	x	175	x	7	x	11
BI 2 Lt. 1-3	4,4	WF	350	x	175	x	7	x	11
BI 2 Lt. 4-6	4,4	WF	300	x	200	x	9	x	14
BI 2 Lt. 7-9	4,4	WF	250	x	175	x	7	x	11
BI 2 Lt. ATAP	4,4	WF	250	x	125	x	5	x	8
BI 3 Lt. 1-3	1,8	WF	350	x	175	x	7	x	11
BI 3 Lt. 4-6	1,8	WF	300	x	200	x	9	x	14
BI 3 Lt. 7-9	1,8	WF	250	x	175	x	7	x	11
BI 3 Lt. ATAP	1,8	WF	250	x	125	x	5	x	8



## 7. Kolom Lt. 1-3 Tower H

CFT HSS 800 x 800 x 25 x 25



$P_u = 692771,6 \text{ kg}$   
 $M_{ux} = 49040,76 \text{ kg.m}$   
 $M_{uy} = 30382,76 \text{ kg.m}$

Bahan :

BJ 41 :  $f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_u = 4100 \text{ kg/cm}^2$

Beton :  $f_c' = 35 \text{ Mpa}$

### ✓ Kontrol Kuat Nominal Tekan Kolom Komposit

Luas penampang minimum profil baja

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} \times 100\% = 12,11\% > 4\% \text{ (OK)}$$

Tebal minimum penampang persegi

$$t_{\min} = b \times \sqrt{\frac{f_y}{3E}} = 16 \text{ mm} < 25 \text{ mm (OK)}$$

### ✓ Momen Nominal Kolom

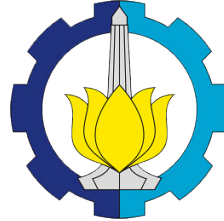
$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u = 506947,5 \text{ kg.m} \geq 49040,76 \text{ kg.m (OK)}$$

### ✓ Kontrol Penampang Terhadap Tekuk Lateral

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u = 506947,5 \text{ kg.m} \geq 49040,76 \text{ kg.m (OK)}$$

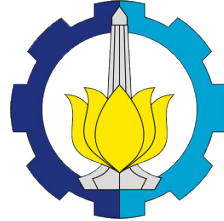
### ✓ Kontrol Interaksi Aksial Dan Momen Kolom

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \rightarrow 0,4 \leq 1 \text{ (OK)}$$



# Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kolom Tower G dan H

Jenis Kolom	L (m)	Profil Concrete Filled Steel Tube							
			mm		mm		mm		mm
Kolom Lantai 1-3	4	HSS	800	x	800	x	25	x	25
Kolom Lantai 4-6	4	HSS	700	x	700	x	22	x	22
Kolom Lantai 7-Atap	4	HSS	600	x	600	x	16	x	16



## 8. *Steel Plate Shear Wall*

$$V_u = 48403,19 \text{ Kg}$$

$$\text{BJ 41 : } f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_u = 4100 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Tebal dinding geser

$$\phi V_n = 0.90 \times 0.42 \times f_y \times t_w \times L_{ef} \times \sin(2\alpha)$$

$t_w = 0,2 \text{ cm}$  digunakan  $t_w = 0,4 \text{ cm}$

✓ Sudut tarik aktual sesuai ketebalan *SPSW*

$$\alpha = \tan^{-1} \sqrt[4]{\frac{1 + \frac{t_w L}{2A_c}}{1 + t_w h \left[ \frac{1}{A_b} + \frac{h^3}{360 I_c L} \right]}}$$

$\alpha = 41,98^\circ$  memenuhi syarat  $30^\circ < \alpha < 55^\circ$

✓ Kekuatan geser aktual *SPSW*

$$\phi V_n = 0.90 \times 0.42 \times f_y \times t_w \times L_{ef} \times \sin(2\alpha)$$

$$112773,33 \text{ kg} > 48403,19 \text{ kg (OK)}$$

## ✓ KONTROL DESAIN BALOK (HBE)

WF 800 x 300 x 16 x 32

- Kontrol penampang terhadap tekuk lokal

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u = 208957,5 \text{ kg.m} > 9104,32 \text{ kg.m} \text{ (OKE)}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u = 208957,5 \text{ kg.m} > 9104,32 \text{ kg.m} \text{ (OKE)}$$

- Kontrol penampang profil terhadap gaya geser

$$\phi V_n \geq V_u = 174528 \text{ kg} > 51713,57 \text{ kg} \text{ (OKE)}$$

- Kekuatan tekan balok (HBE)

$$\phi P_n \geq P_u = 250587,11 \text{ kg} > 241385,5 \text{ kg} \text{ (OKE)}$$

- Interaksi aksial dan lentur balok (HBE)

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_r}{M_c} \right) = 0,9 < 1 \text{ (OKE)}$$

- Kontrol momen inersia balok (HBE) terhadap SPSW

$$I_{HBE} \geq 0,003 \frac{(\Delta t_w) L^4}{h} = 339000 \geq 0,00 \text{ (OKE)}$$

- Kontrol ketebalan plat badan balok (HBE)

$$t_{wHBE} \geq \frac{t_w R_y f_y}{f_{yHBE}} = 1,6 \text{ cm} \geq 0,6 \text{ cm} \text{ (OKE)}$$

## ✓ KONTROL DESAIN KOLOM (VBE)

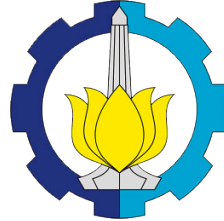
HSS 800 x 800 x 25 x 25

- Kontrol penampang profil terhadap gaya geser

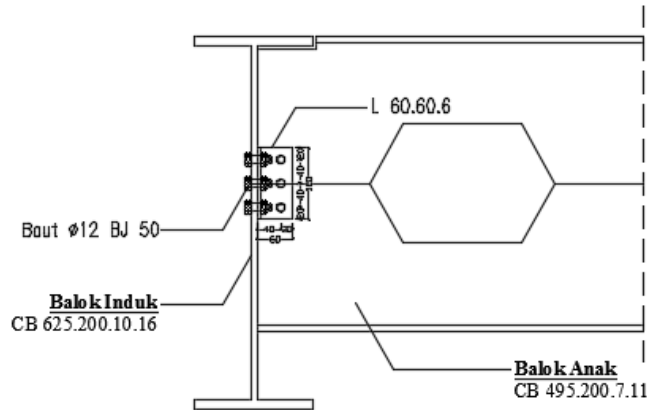
$$\phi V_n \geq V_u = 54000 \text{ kg} > 237275,16 \text{ kg} \text{ (OKE)}$$

- Interaksi aksial dan lentur kolom (VBE)

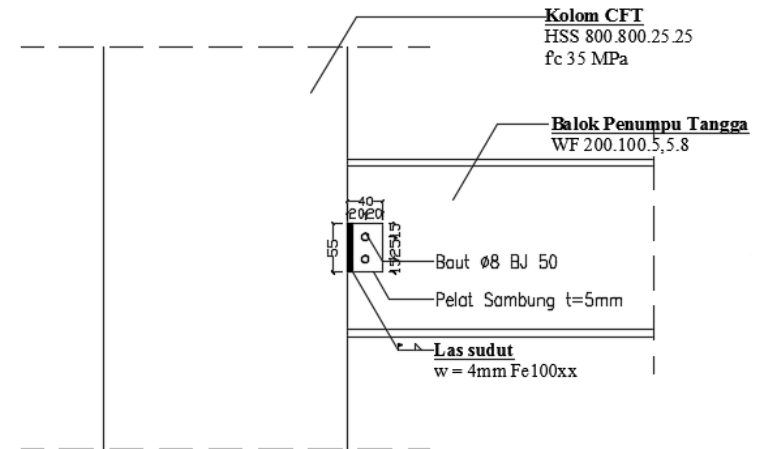
$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_r}{M_c} \right) = 0,33 < 1 \text{ (OKE)}$$



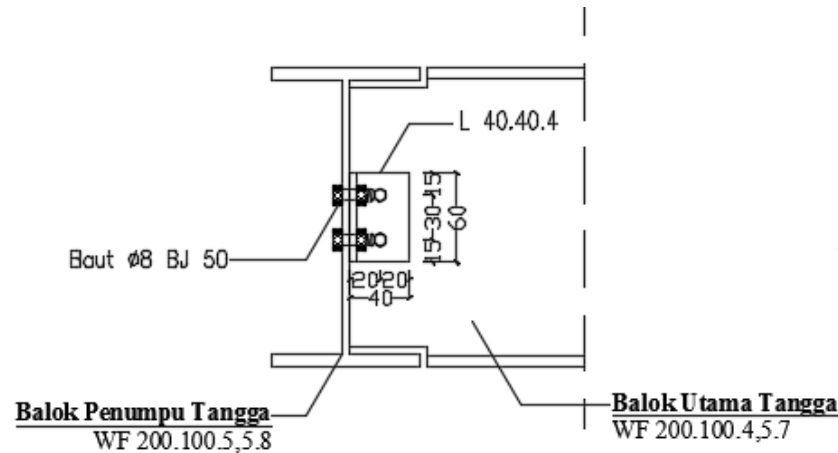
## 9. Sambungan



Sambungan Balok Induk &  
Balok Anak

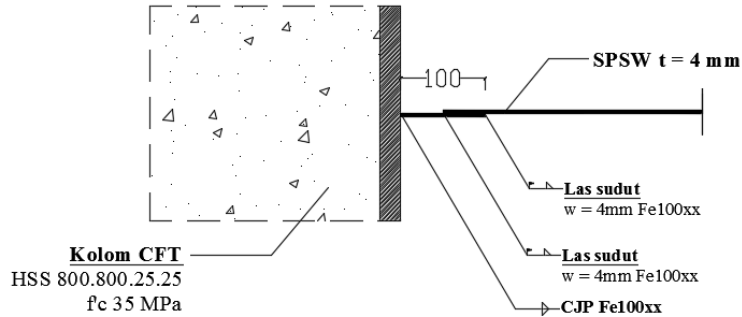
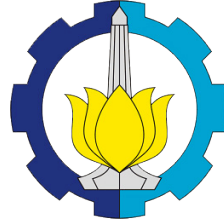


Sambungan Kolom &  
Balok Penumpu Tangga

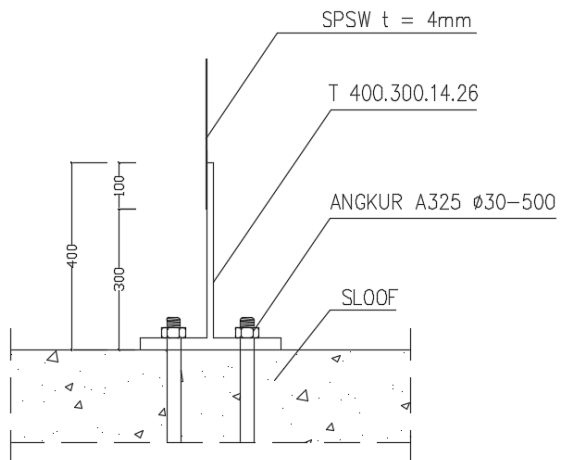


Sambungan Balok Utama Tangga &  
Balok Penumpu Tangga

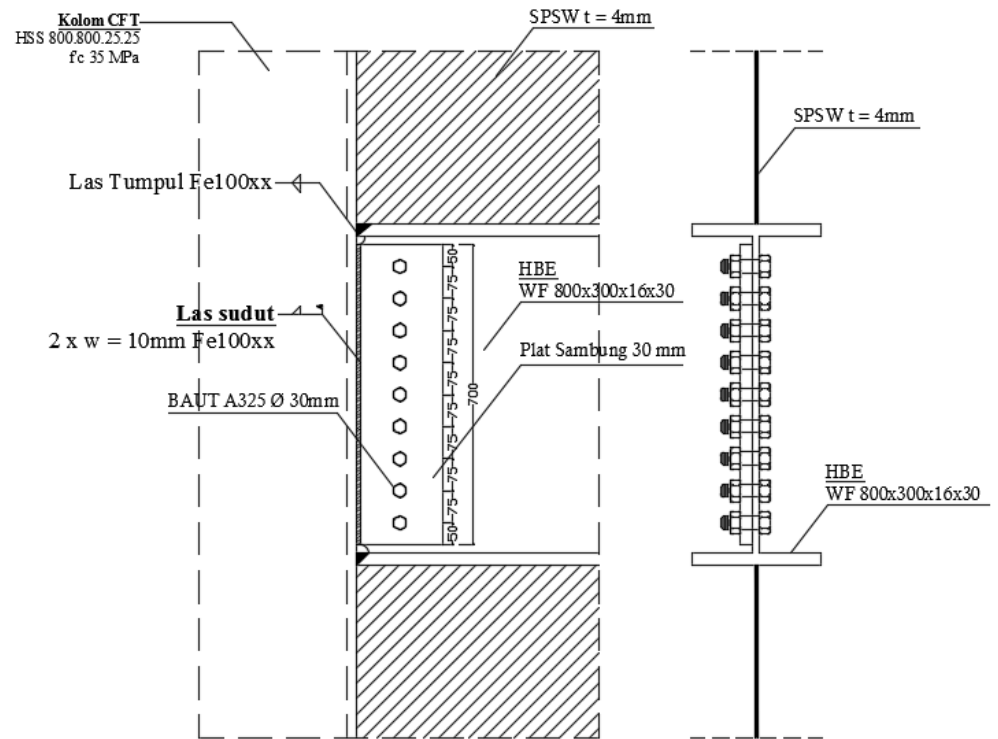




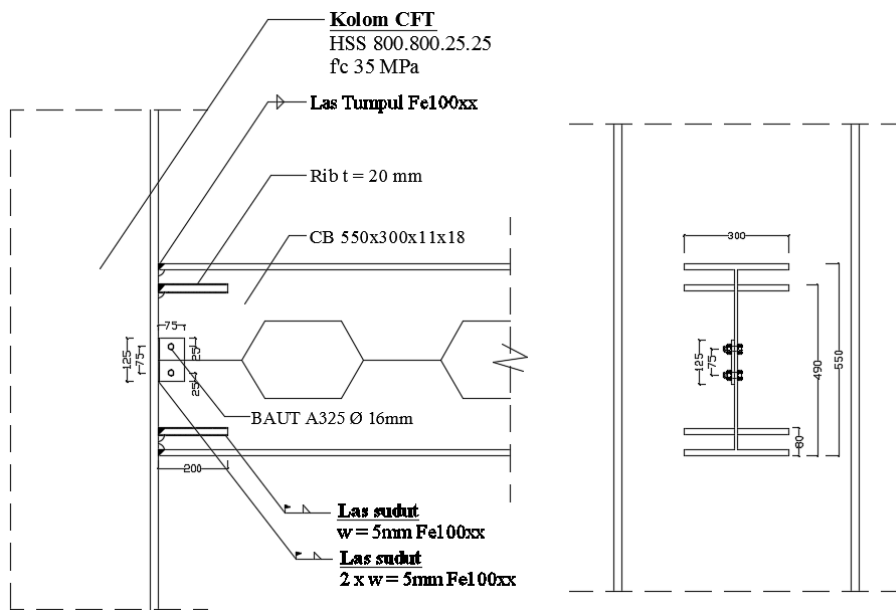
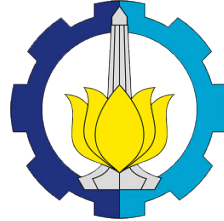
Sambungan SPSW  
dengan Kolom



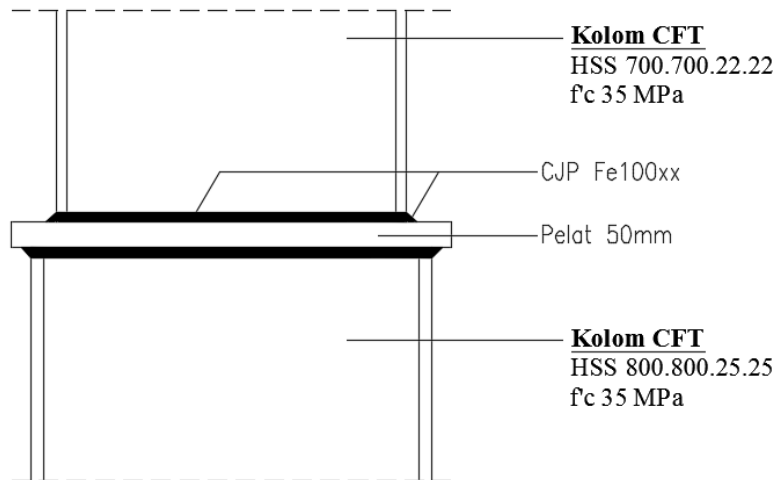
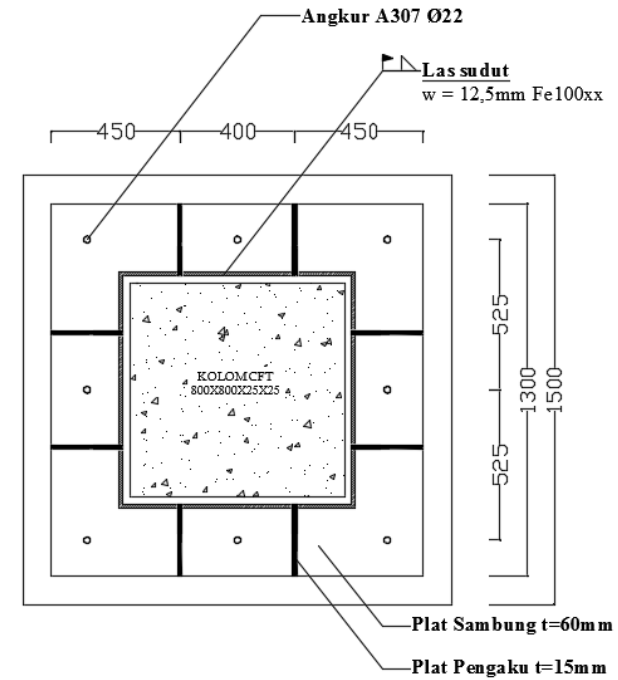
Sambungan SPSW  
dengan Sloof



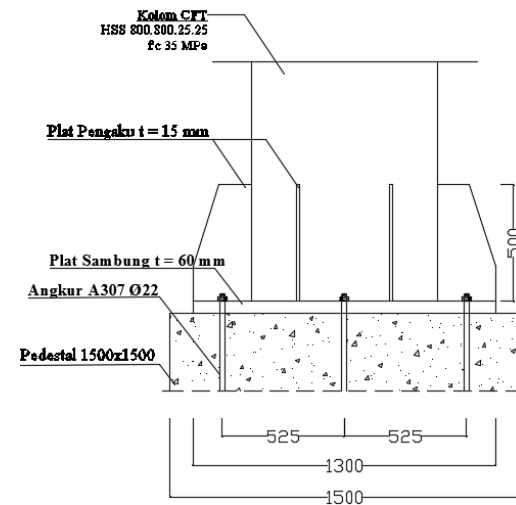
Sambungan HBE dengan VBE  
pada Dinding Geser



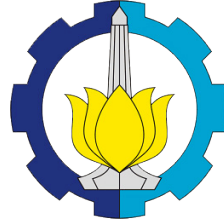
**Sambungan Balok  
dengan Kolom**



**Sambungan Kolom dengan Kolom**



**Sambungan Kolom dengan Base Plate**



## 10. Struktur Bawah

Pondasi yang digunakan pada perencanaan gedung asrama yaitu jenis spun pile dengan penampang bulat berongga dari produk dari PT. Jaya Beton dengan spesifikasi adalah sebagai berikut:

- Diameter tiang : 500 mm
- Tebal tiang : 90 mm
- Kedalaman tiang : 16 m
- Concrete cross section : 1159 cm<sup>2</sup>
- Allowable axial load : 178 tm

Daya dukung ijin dari satu tiang pancang yang berdiri sendiri adalah

$$P_{ijin\ 1\ tiang} = Q_u / SF = 129,7 \text{ ton}$$

Kontrol Pondasi (P1)

$$P_{max} = 92,64 \text{ ton} < P_{ek} = 0,73 \times 129,7 \text{ ton}$$

$$P_{max} = 92,64 \text{ ton} < P_{ek} = 94,28 \text{ ton} \text{ (OKE)}$$

Kontrol Pondasi (P2)

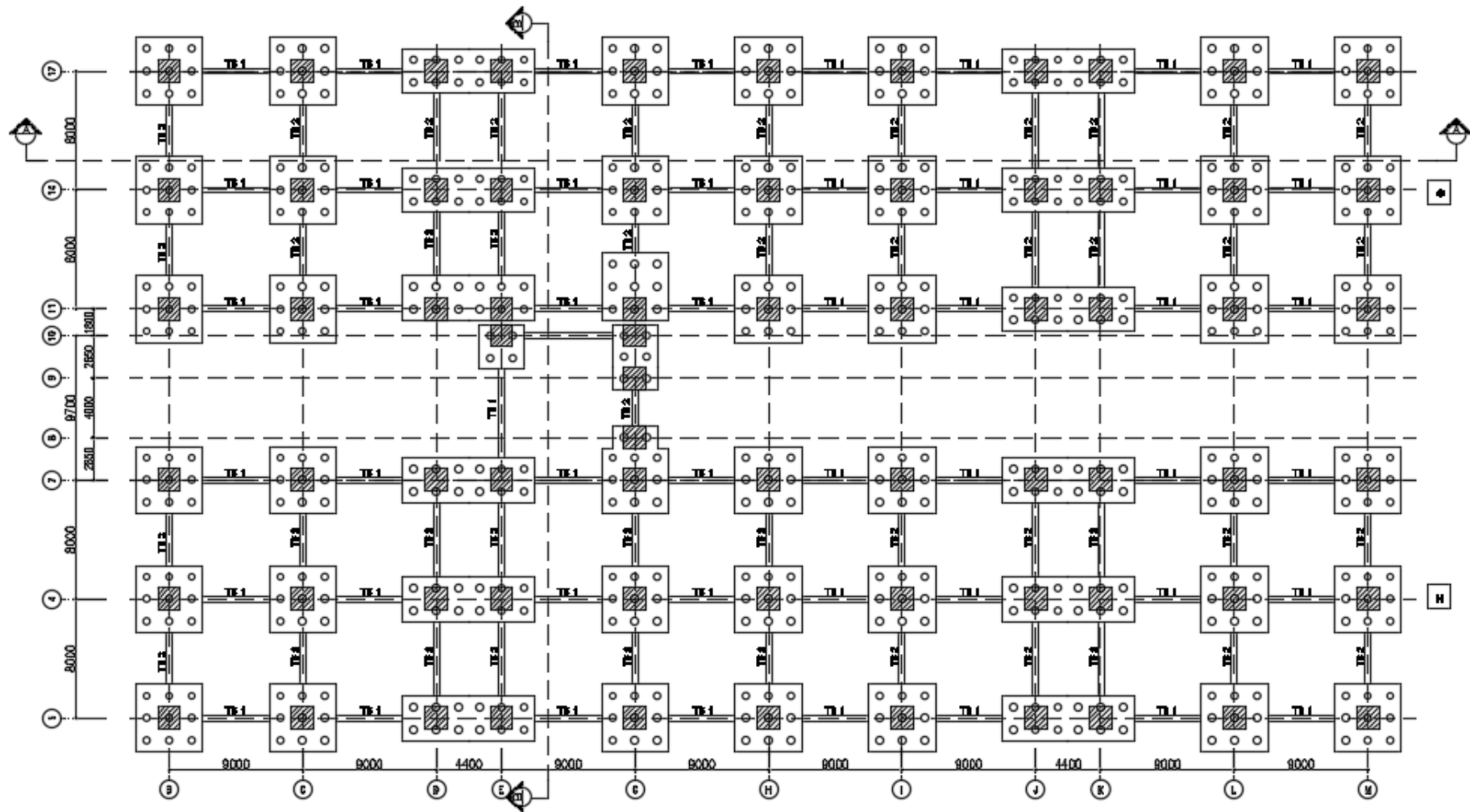
$$P_{max} = 92,64 \text{ ton} < P_{ek} = 0,79 \times 129,7 \text{ ton}$$

$$P_{max} = 92,64 \text{ ton} < P_{ek} = 103,13 \text{ ton} \text{ (OKE)}$$


Kontrol Pondasi (P3)


$$P_{max} = 92,64 \text{ ton} < P_{ek} = 0,73 \times 129,7 \text{ ton}$$

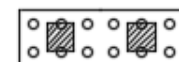
$$P_{max} = 92,64 \text{ ton} < P_{ek} = 94,28 \text{ ton} \text{ (OKE)}$$



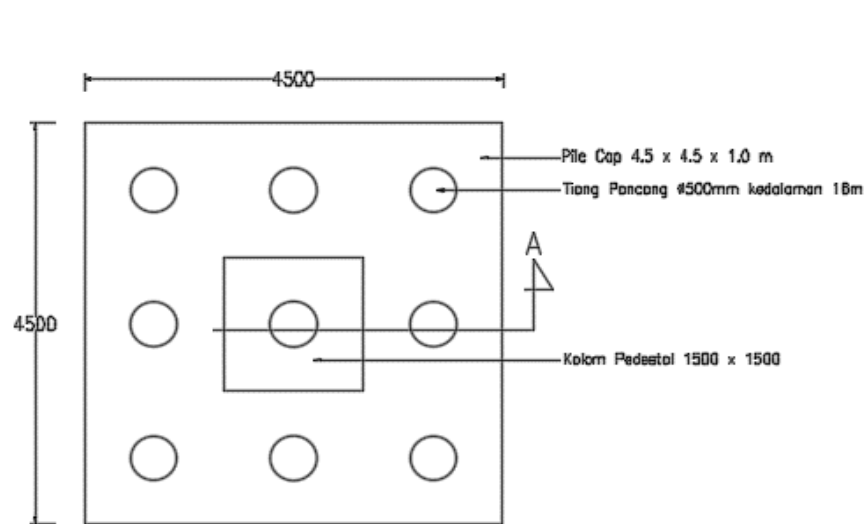
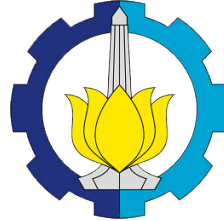
**DENAH PONDASI DAN SLOOF**


 P1 (4500x4500x1000)  
 9 Pancang, H = 16 m

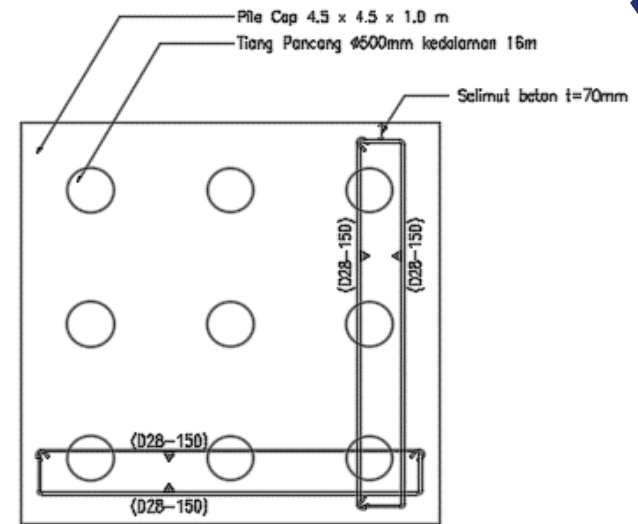

 P2 (3000x3000x1000)  
 4 Pancang, H = 16 m


 P3 (8900x3000x1000)  
 12 Pancang, H = 16 m

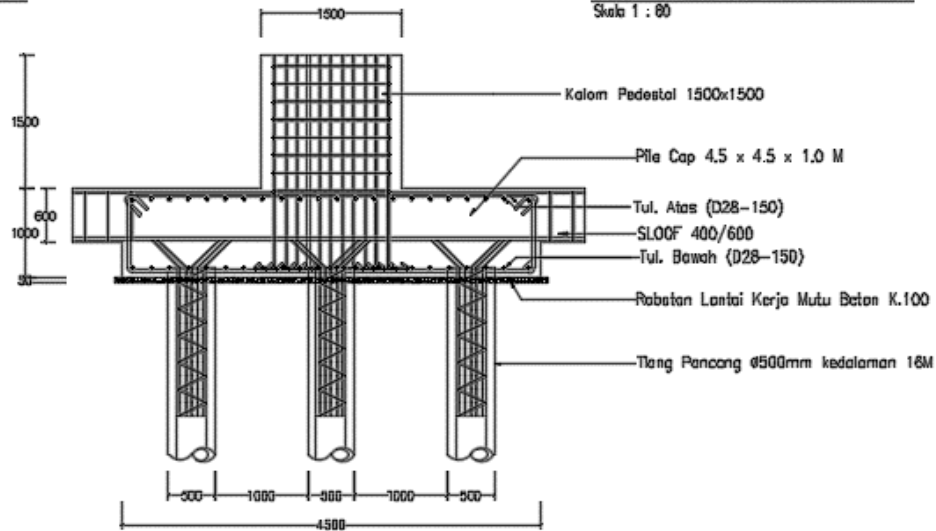
# Tipe P1



**DETAIL PONDASI P1**  
Skala 1 : 80

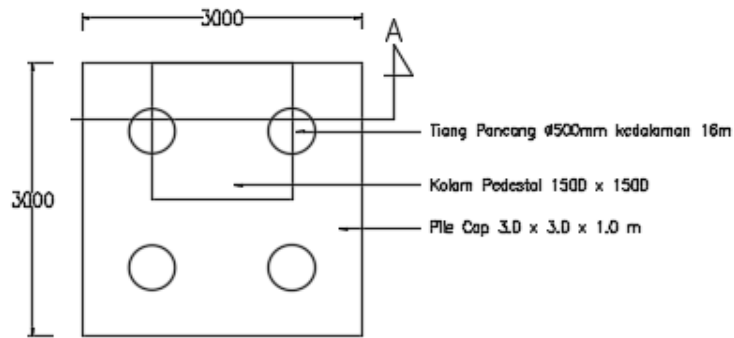
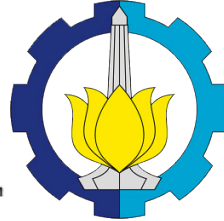


**DET. TULANGAN PONDASI P1**  
Skala 1 : 80

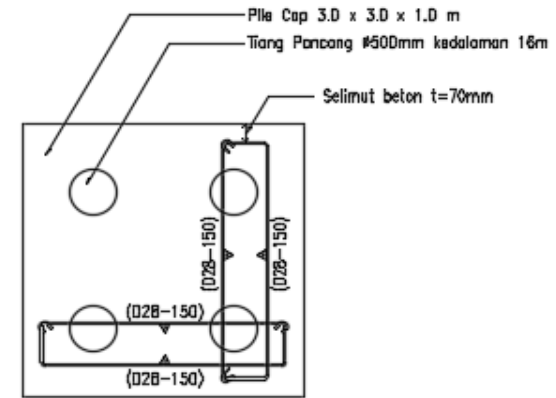


**POTONGAN A**

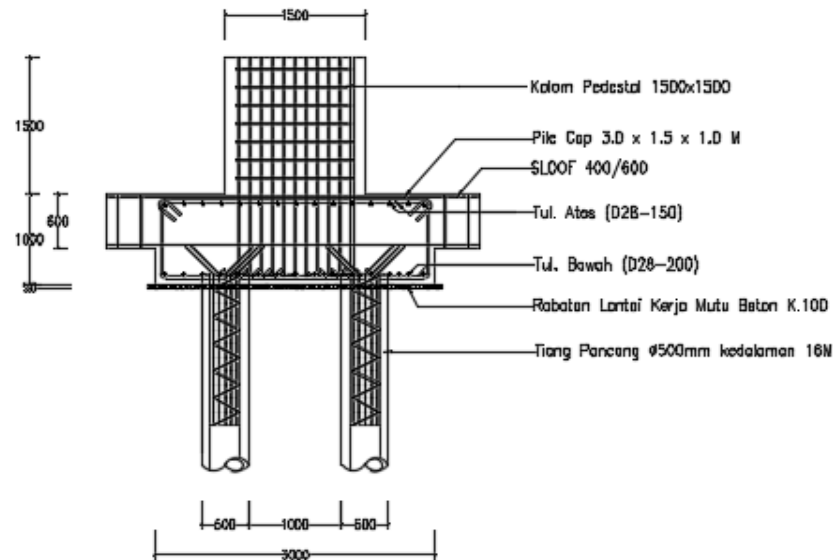
# Type P2



**DETAIL PONDASI P2**  
Skala 1 : 80

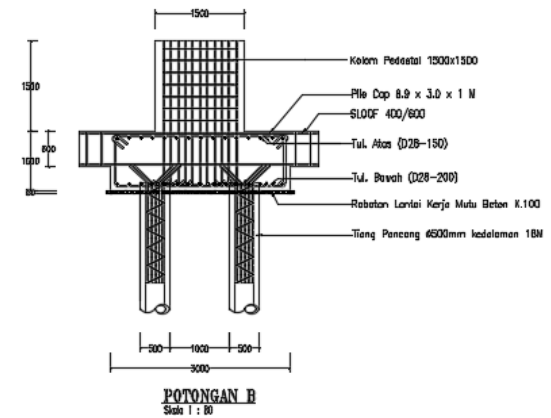
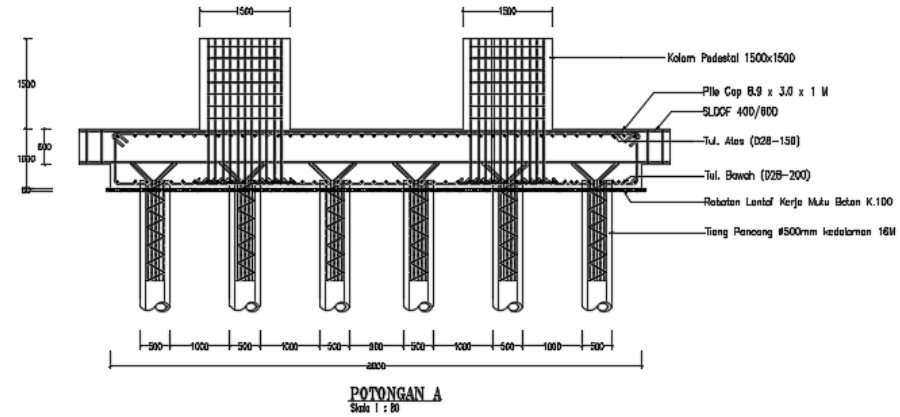
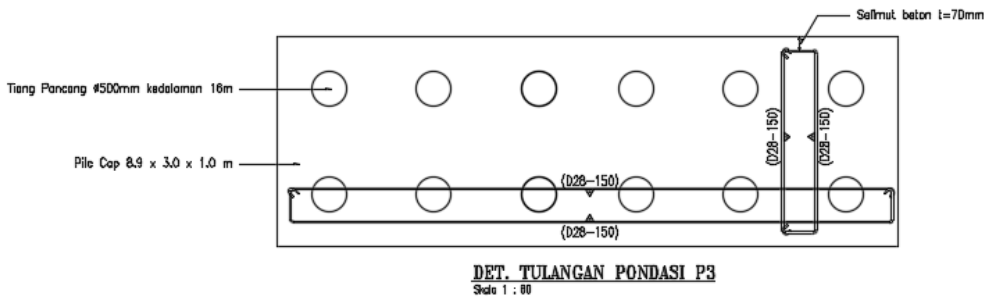
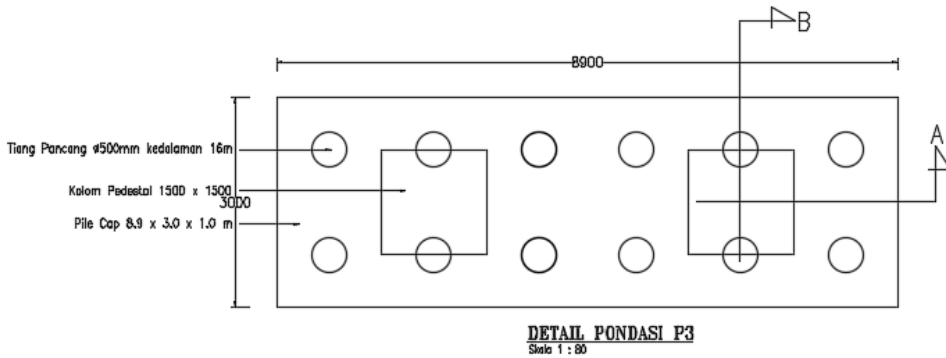
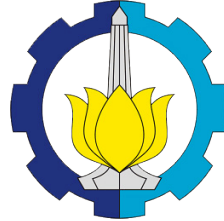


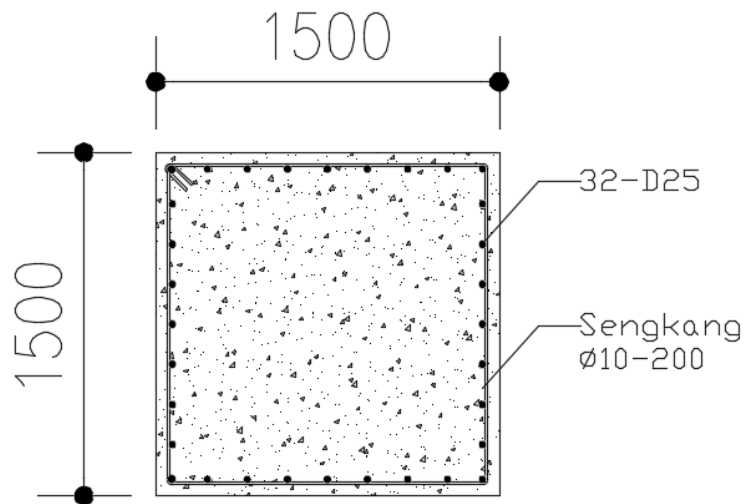
**DET. TULANGAN PONDASI P2**  
Skala 1 : 80



**POTONGAN A**  
Skala 1 : 80

# Type P3





Kolom Pedestal

Hasil perhitungan kolom pedestal adalah sebagai berikut:

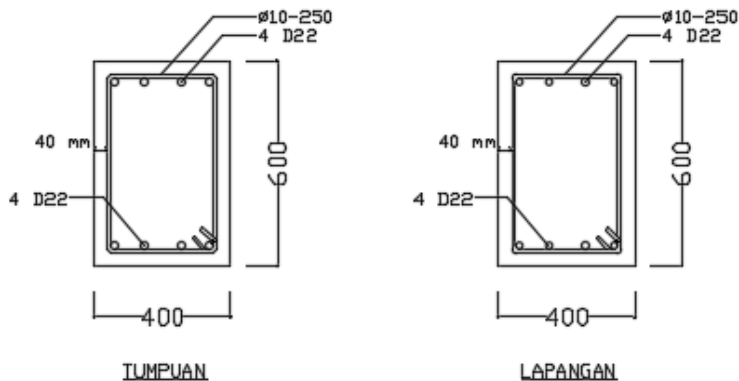
$$b = 1500 \text{ mm}$$

$$h = 1500 \text{ mm}$$

Mutu bahan :

$$f'_c = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 250 \text{ Mpa}$$



Sloof

Hasil perhitungan sloof adalah sebagai berikut:

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

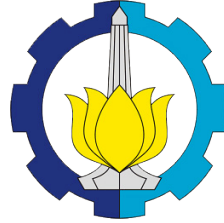
Mutu bahan :

$$f'_c = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 250 \text{ Mpa}$$



PENDAHULUAN  
TINJAUAN PUSTAKA  
METODOLOGI  
HASIL  
KESIMPULAN  
DAFTAR PUSTAKA



# KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dilakukan perhitungan struktur sekunder terlebih dahulu seperti perhitungan, pelat lantai, balok anak, lift, dan tangga terhadap beban-beban yang bekerja.
2. Prinsip dasar bahwa struktur sekunder menjadi beban pada struktur utama, dan setelah itu dilakukan analisa struktur utama dengan bantuan program yaitu SAP2000 v.17.
3. Dilakukan permodelan terhadap balok utama *castellated* dengan menghitung pembesaran inersia terlebih dahulu, kolom *concrete filled steel tube* sebagai kolom komposit, dan *steel plate shear wall* sebagai pelat baja tipis sebagai dinding geser. Setelah itu dilakukan kontrol, struktur utama telah memenuhi syarat yang ditetapkan.

4. Struktur sekunder :

- a. Plat lantai tower G dan H :
  - Lantai atap t = 90 mm
  - Lantai asrama t = 100 mm
- b. Balok anak tower G dan H

Lantai	Bentang (m)	Profil yang Digunakan							
Atap (BA 1)	9	CB	437,5	x	175	x	7	x	11
Atap (BA 2)	4,4	WF	250	x	125	x	5	x	8
Asrama (BA 1)	9	CB	495	x	200	x	7	x	11
Asrama (BA 2)	4,4	WF	250	x	175	x	7	x	11

c. Balok tangga

No	Jenis Struktur	Profil / Material
1	Pengaku Anak Tangga	L 65x65x6
2	Pelat Bordes	Pelat 5 mm
3	Balok Bordes	WF 100x50x5x7
4	Balok Utama Tangga	WF 200x100x4,5x7
5	Balok Penumpu Tangga	WF 200x100x5,5x8

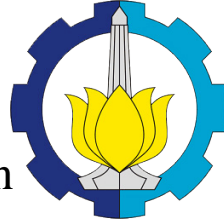
- d. Balok Penggantung Lift :WF 400x200x8x13

Struktur primer didapatkan :

- a. Balok induk tower G dan H

Jenis Balok	L (m)	Profil Balok							
BI 1 Lt. 1-3	8	CB	625	x	200	x	10	x	16
BI 1 Lt. 4-6	8	CB	550	x	300	x	11	x	18
BI 1 Lt. 7-9	8	CB	487,5	x	300	x	10	x	16
BI 1 Lt. ATAP	8	CB	437,5	x	175	x	7	x	11
BI 2 Lt. 1-3	4,4	WF	350	x	175	x	7	x	11
BI 2 Lt. 4-6	4,4	WF	300	x	200	x	9	x	14
BI 2 Lt. 7-9	4,4	WF	250	x	175	x	7	x	11
BI 2 Lt. ATAP	4,4	WF	250	x	125	x	5	x	8
BI 3 Lt. 1-3	1,8	WF	350	x	175	x	7	x	11
BI 3 Lt. 4-6	1,8	WF	300	x	200	x	9	x	14
BI 3 Lt. 7-9	1,8	WF	250	x	175	x	7	x	11
BI 3 Lt. ATAP	1,8	WF	250	x	125	x	5	x	8

- b. Kolom tower G dan H
  - Lt. 1-3 HSS 800x800x25x25
  - Lt. 4-6 HSS 700x700x22x22
  - Lt. 7-Atap HSS 600x600x16x16
- c. SPSW tower G dan H
  - T plat spsw = 4 mm



5. Pondasi struktur menggunakan tiang pancang PT. Jaya Beton dengan diameter 50 cm dengan kedalaman 16 m berdasarkan hasil penyelidikan tanah SPT (*Standard Penetration Test*).
6. Output gambar struktur gedung dengan program bantu *AutoCAD* 2016 terlampir.

PENDAHULUAN  
TINJAUAN PUSTAKA  
METODOLOGI  
HASIL  
KESIMPULAN  
DAFTAR PUSTAKA

- Adhibaswara, Banu. 2011. **"Perencanaan Struktur Balok Utama Jembatan Baja Komposit Dengan Profil Castellated Beam"**. Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur & Sipil). Depok: Universitas Gunadarma.
- Amayreh, L., dan Saka, M.P. 2005. **"Failure Load Prediction Of Castellated Beams Using Artificial Neural Networks"**. Asian Journal Of Civil Engineering (Building and Housing) Vol. 6 Hal. 35-54.
- Astaneh-asl, A. 2000. **"Steel Plate Shear Walls"**. Proceedings Partnership for Advanced Steel Structures. U.S-Japan : Workshop on Seismic Fracture issues in Steel Structures
- Blodgett, Orner W. 1996. **"Design of Welded Structure"**. The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Ohio.
- Bradley, T.P. 2003. **"Stability of Castellated Beams During Erection"**. Virginia : Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Chaoui, Kamel., Zeghiche, J. 2005. **"An Experimental Behaviour Of Concrete Filled Steel Tubular Columns"**. Journal of Constructional Steel Research.
- Grunbauer, Johan, 2001. **"Castellated Beam"**. <<http://www.grunbauer.nl/eng/inhoud.htm>>.
- Ismail, R.E.S., Fahmy, A.S., dan Tawfik, N.M. **"Ultimate Behavior of Composite Castellated Beams under Vertical Loads"**. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887). Volume 108 – No. 5.
- Knowles, P. R. 1991. **"Castellated Beams"**. Proc Instn Civil Engineers. Part 1 : 521-536.
- Malada, Anggry. 2012. **"Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung PT. Perusahaan Gas Negara Surabaya Menggunakan Hexagonal Castellated Beam Pada Balok Anak"**. Surabaya : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Megharief, J.D. 1997. **"Behaviour of Composite Castellated Beams"**. Canada : McGill University, Montreal.
- Morino., Shosuken., Thusada., dan Keigo. 2001. **"Design and Konstruktion of Concrete Filled Steel Tube Column System in Japan"**. Departement of Environ Mental Space Design, University of Kitakyusu.
- Purba, R., dan Bruneau, M. 2015. **"Experimental Investigation of Steel Plate Shear Walls With In Span Plastification Along Horizontal Boundary Elements"**. Journal of Engineering Structures 97 (2015) : 68-79.
- Sabelli, R, dan Bruneau, M. 2006. **"Steel Plate Shear Walls"**. American Institute of Steel Construction. Inc.
- Salmon, Charies G., dan Johnson, John E. 1996. **"Struktur Baja Desain Dan Perilaku"**. Jilid 1 Edisi Kedua. Diterjemahkan oleh: Ir. Wira M.S.CE. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, Agus. 2008. **Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD**. Semarang : Penerbit Erlangga.
- Shah, Darishka, K., Vakil, M.D., dan Patel, M.N. 2014. **"Parametric Study of Concrete Filled Steel Tube Column"**. IJEDR. Volume 2, Issue 2. ISSN : 2321-9939.
- Suryani, Fran Sinta. 2012. **Analisa Perbandingan Berbagai Penampang Dinding Geser Komposit Akibat Beban Lateral**. Jurnal Teknik POMITS Vol. 1 : 1-6.
- Widodo, Theodorus., Pah, Jusuf J.S., dan Ninggeding, A.Y. 2013. **"Analisa Perbandingan Dinding Geser yang Simetris dan Tidak Simetris"**. Jurnal Teknik Sipil Vol. II No. 1 April 2013.



TERIMA KASIH

---